

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

SESSION 2022

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

ÉPREUVE E4 :
Modélisation et choix techniques
en environnement nucléaire

SOUS-ÉPREUVE U4.1 :
Pré-étude et modélisation

DOCUMENTS ET MATÉRIELS AUTORISÉS :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Un formulaire de 6 pages est fourni, aucun autre document n'est autorisé.

DOCUMENTS À RENDRE AVEC LA COPIE :

Documents réponses..... pages 17 et 18

Le sujet comporte 3 parties A, B et C indépendantes.

Partie A : 11,5 points sur 60

Partie B : 12,5 points sur 60

Partie C : 36 points sur 60

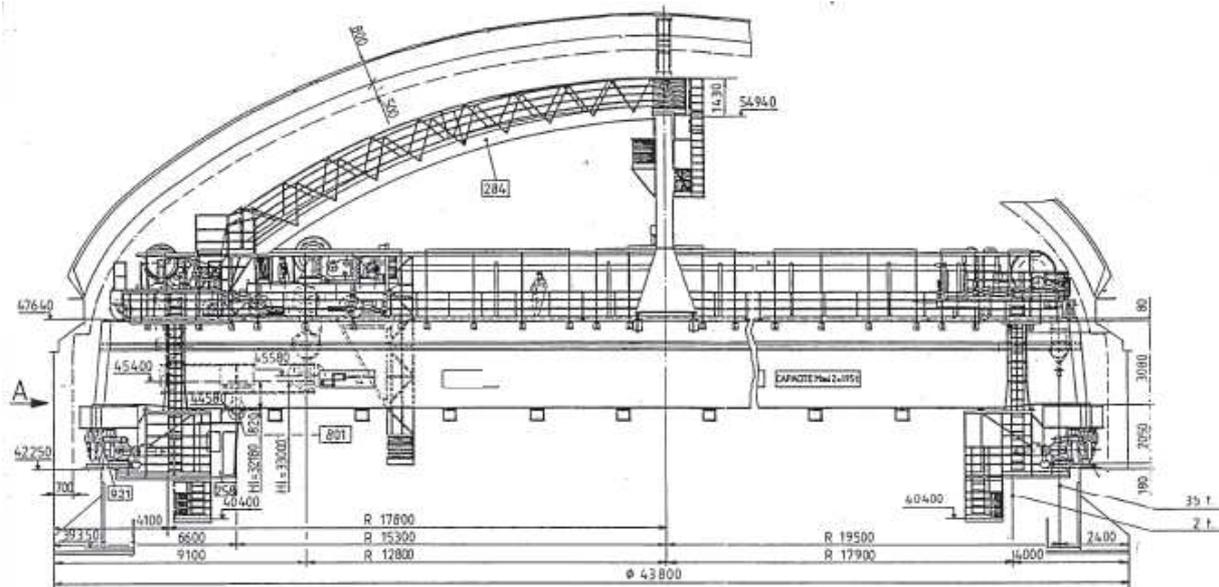
Le sujet se compose de 18 pages, numérotées de 1/18 à 18/18.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

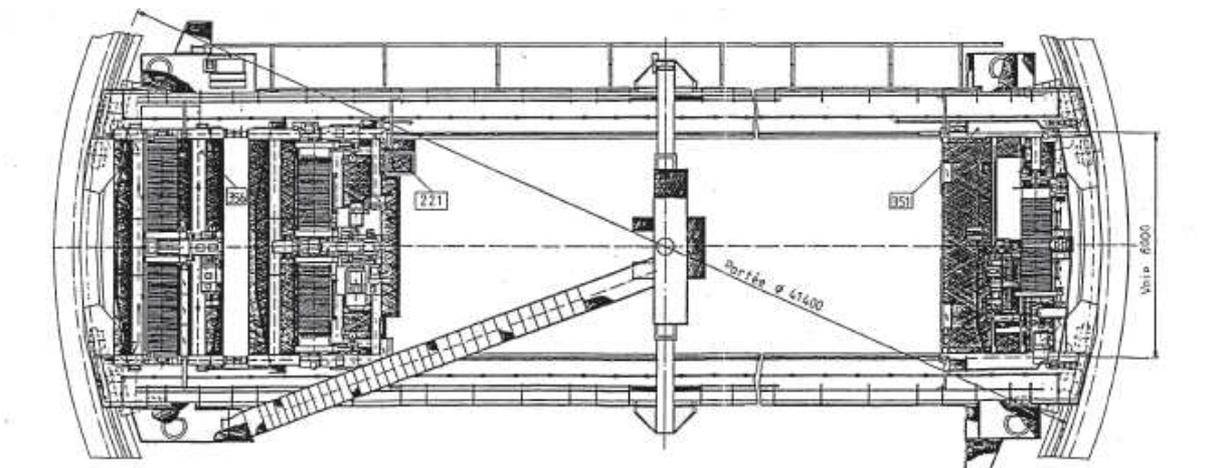
BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 1/18

Mise en situation :

Un pont polaire est situé à l'intérieur du bâtiment réacteur, dans la partie supérieure d'une centrale nucléaire.



Pont polaire (vue de côté, source EDF)



Pont polaire (vue de dessus, source EDF)

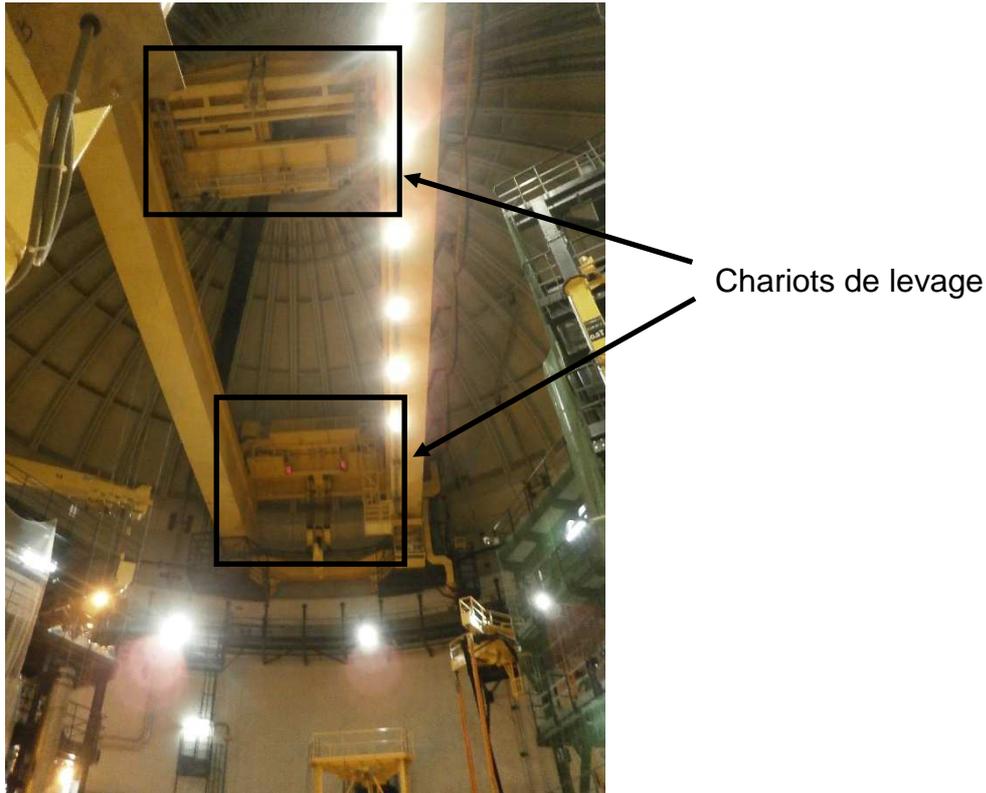
Le pont polaire permet la manutention de charges à l'intérieur du bâtiment réacteur.

À la création du bâtiment, il a servi à l'installation des composants du circuit primaire (générateurs de vapeur, cuve, couvercle, pressuriseur...).

Actuellement, il sert notamment à la manutention des éléments pour l'ouverture de la cuve en arrêt de tranche.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 2/18

Le pont possède deux chariots de levage sur lesquels des treuils auxiliaires amovibles permettent d'acheminer du matériel sur le pont.



Pont polaire (source EDF)

Un couloir aménagé dans l'une des poutres du pont polaire permet d'assurer l'alimentation électrique des appareillages de déplacement du pont.



Poutres du pont polaire (source EDF)



Couloir intérieur (source EDF)

Lors des phases d'arrêt du réacteur, il convient de vérifier le bon fonctionnement des armoires électriques du pont polaire. Ces dernières étant soumises à des conditions extrêmes de température, le vieillissement est souvent accéléré.

La température lors de la première entrée dans le couloir est proche de 50 °C.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 3/18

Partie A : éclairage du couloir pendant les opérations de maintenance

I. Éclairage actuel

L'éclairage actuel est composé de 4 tubes néons (fluorescents). Le principe de fonctionnement de ce type d'éclairage est donné en **annexe 1a** et les caractéristiques techniques des tubes installés sont données en **annexe 1b**.

Q.1 À l'aide des informations données en **annexes 1b** et **1c**, déterminer la classe énergétique des lampes installées.

Un spectre d'émission type des tubes fluorescents est donné sur le **document réponse DR1 à rendre avec la copie**.

On rappelle que :

- $c = \lambda \cdot \nu$ où : c : célérité de la lumière dans le vide en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
 λ : longueur d'onde de la radiation en m
 ν : fréquence de la radiation en Hz
- $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ E : énergie de la radiation en J
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s, constante de Planck
- $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19}$ J

Q.2 Indiquer clairement sur le **document réponse DR1** les domaines infrarouge (IR) ultraviolet (UV) et visible.

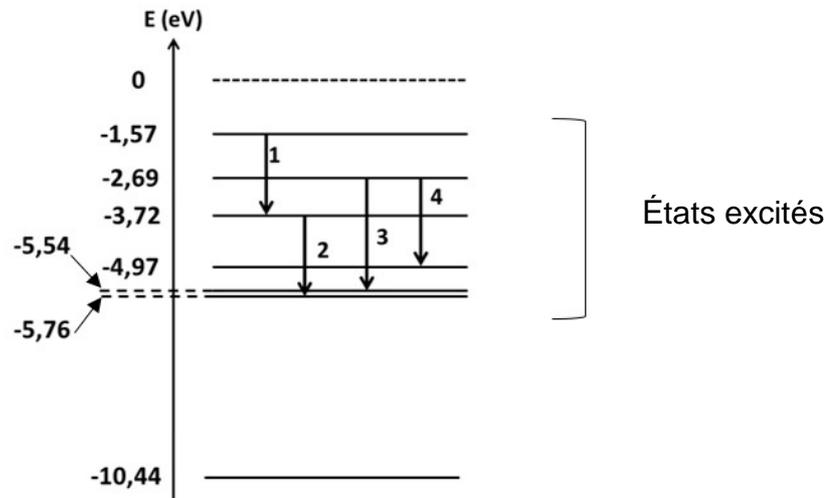
Q.3 Montrer que la fréquence d'émission qui correspond à la longueur d'onde $\lambda = 436 \text{ nm}$ vaut $\nu = 6,88 \cdot 10^{14}$ Hz environ.

Q.4 Montrer que l'énergie E correspondant à cette même longueur d'onde $\lambda = 436 \text{ nm}$ vaut 2,85 eV environ.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 4/18

Les tubes fluorescents installés contiennent l'élément mercure dont un extrait de la fiche toxicologique est donné en **annexe 2**.

Les niveaux d'énergie simplifiés de l'atome de mercure (Hg) sont représentés ci-dessous :



L'excitation électronique fournie par le ballast ferromagnétique permet aux atomes d'accéder à différents états excités. L'atome perd ensuite cette énergie en émettant des photons dont les énergies correspondent aux transitions possibles dans ce diagramme (représentées par des flèches verticales descendantes). Les 4 pics principaux apparaissant dans le spectre affectés d'un astérisque * (sur le **document réponse DR1**) correspondent aux 4 transitions représentées sur le diagramme de niveaux d'énergie.

Q.5 Montrer par un calcul que la transition 3 correspond à l'émission de photons de longueur d'onde 436 nm.

Les lampes fluorescentes ont un flux lumineux isotrope (identique dans toutes les directions). Des mesures ont permis de montrer que l'éclairage moyen observé au niveau du tableau électrique est de 227 lux.

Q.6 Donner deux arguments, issus des **annexes 2** et **3**, justifiant le remplacement des tubes fluorescents par un autre type de luminaire.

II. Nouvel éclairage envisagé : tubes LED

On rappelle que la température lors de la première entrée dans le couloir est de 50 °C.

Compte tenu des normes actuelles en matière d'environnement et d'économie d'énergie, des tubes LED sont envisagés pour remplacer les tubes fluorescents : 4 types de tubes différents sont retenus chez le fournisseur ; leurs caractéristiques individuelles sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

LED	Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4
Flux lumineux (lm)	2 940	3 680	5 880	3 050
Puissance (W)	28	35	56	31
Indice de rendu des couleurs (IRC)	80 à 89	80 à 89	80 à 89	80 à 89
Température de couleur (K)	4 000	4 000	4 000	4 000
Température ambiante (°C)	- 40 à 65			- 25 à 40

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 5/18

- Q.7** Expliquer pourquoi il n'est pas envisageable d'installer le tube 4 dans le couloir du pont polaire.
- Q.8** Lorsqu'il s'agit d'effectuer des interventions dans des tableaux électriques, justifier que l'examen de l'indice de rendu des couleurs (IRC) de l'éclairage est particulièrement important.
- Q.9** À partir des IRC fournis en **annexe 1b**, et du tableau précédent, justifier un choix d'éclairage entre les tubes néons et les tubes LED.

Chaque tableau électrique du couloir du pont polaire est éclairé par un groupe de 4 tubes LED situés à une distance $d = 1,0$ m. Ces éclairages sont à la verticale des postes de travail.

- Q.10** Montrer que le flux lumineux total d'un bloc de quatre tubes LED de type 2 est $\Phi = 14\,720$ lm.
- Q.11** À partir de l'**annexe 4**, montrer que l'éclairement E_2 fourni par ce groupe de quatre tubes 2 au niveau du tableau électrique est environ égal à 586 lx.

Les mêmes calculs permettent d'obtenir les éclairagements E_1 , E_3 et E_4 respectivement pour un groupe de 4 tubes 1, 3 et 4 : $E_1 = 468$ lx, $E_3 = 936$ lx et $E_4 = 485$ lx.

- Q.12** Choisir le tube LED adapté, parmi ceux proposés dans le tableau, qui respecte les recommandations données en **annexe 3**.

Partie B : remplacement du moteur assurant la ventilation du couloir

La température dans ce couloir doit être limitée pour un meilleur fonctionnement des installations électriques et pour un plus grand confort de travail lors des phases de maintenance.

Il existe donc un bloc de ventilation, composé d'un moteur et d'une hélice, qui permet de maintenir une température raisonnable dans ce couloir.

Suite à une panne, on souhaite remplacer le moteur assurant la ventilation du couloir interne à la poutre.

Ce moteur n'étant plus disponible, on cherche à le remplacer par un moteur ayant des caractéristiques électriques et mécaniques les plus proches possibles du moteur en défaut.

I. Détermination de la puissance utile de ventilation que doit fournir le moteur

Données :

- Les dimensions du couloir :
 - longueur $L = 35,00$ m ;
 - largeur $l = 1,40$ m ;
 - hauteur $H = 2,50$ m.
- La masse volumique de l'air :
 - à 50 °C, $\rho_{50} = 1,092$ kg·m⁻³
 - à 25 °C, $\rho_{25} = 1,184$ kg·m⁻³
- La capacité thermique de l'air sera prise égale à : $C_{air} = 1\,004$ J·kg⁻¹·K⁻¹.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 6/18

- Le transfert thermique Q (en J) reçu (ou cédé) par un corps de masse m (en kg) et de capacité thermique massique C (en $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) passant de la température initiale T_i (en $^{\circ}\text{C}$) à la température finale T_f (en $^{\circ}\text{C}$) s'exprime par :

$$Q = m \times C \times (T_f - T_i)$$

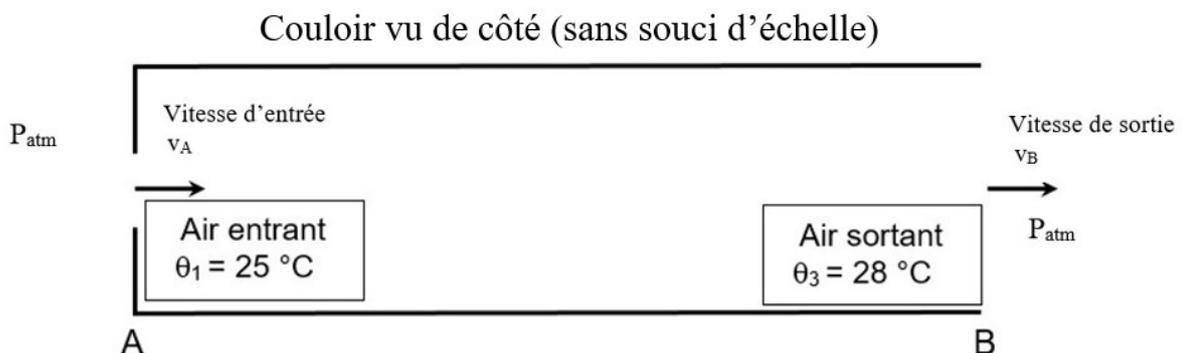
L'air contenu dans le couloir est chauffé par les installations en fonctionnement du bâtiment. Sans ventilation, sa température passe de $\theta_1 = 25^{\circ}\text{C}$ à $\theta_2 = 50^{\circ}\text{C}$ en une durée $\Delta t = 5$ min.

Q.13 Calculer le volume V_1 d'air contenu dans le couloir.

Q.14 Montrer que la masse d'air m_1 présente dans le couloir à $\theta_1 = 25^{\circ}\text{C}$ est de 145 kg environ.

Q.15 Calculer le transfert thermique Q reçu par cette masse d'air lorsque sa température passe de θ_1 à θ_2 .

Pour maintenir l'air du couloir à une température inférieure à 28°C , on injecte, grâce à une ventilation, de l'air entrant à une température $\theta_1 = 25^{\circ}\text{C}$ et sortant à la température $\theta_3 = 28^{\circ}\text{C}$ comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



La masse d'air m_2 introduite dans le couloir à 25°C durant $\Delta t = 5$ min reçoit le transfert thermique $Q = 3,64$ MJ issu des installations.

Q.16 Montrer que la masse d'air à introduire durant $\Delta t = 5$ min dans le couloir permettant d'absorber la chaleur de l'installation pour maintenir une température inférieure à 28°C est $m_2 = 1,21 \cdot 10^3$ kg environ.

Q.17 Montrer que le volume d'air V_2 à introduire dans le couloir est $V_2 = 1,02 \cdot 10^3$ m³ environ.

Q.18 Calculer le débit volumique D_V nécessaire pour maintenir une température inférieure à 28°C dans le couloir, en en m³·s⁻¹ puis en m³·h⁻¹.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 7/18

On considère que le couloir se comporte comme un tube. À l'une des extrémités du couloir, on injecte l'air par un orifice circulaire de diamètre $D_A = 40$ cm avec une vitesse v_A .

Compte tenu de la géométrie du couloir, on suppose que l'air ressort à une vitesse v_B négligeable par rapport à la vitesse d'entrée v_A .

La pression à l'extérieur du couloir est égale à la pression atmosphérique p_{atm} .

Les vitesses de déplacement de l'air dans le couloir permettent de considérer que l'air se comporte comme un fluide incompressible.

L'air est assimilé ici à un fluide visqueux en écoulement permanent.

On rappelle la relation de Bernoulli : $\frac{1}{2}\rho(v_B^2 - v_A^2) + \rho g(z_B - z_A) + (p_B - p_A) = \frac{P_{VENT}}{D_V} - \Delta p$

Avec g : accélération de la pesanteur

ρ : masse volumique de l'air de refroidissement, à 25 °C

Δp : pertes de charge

P_{VENT} : puissance fournie par le ventilateur

D_V : débit volumique du fluide

On estime que les pertes de charge dues à la géométrie et à l'encombrement du couloir sont égales à $\Delta p = 780$ Pa.

Le couloir est horizontal.

Q.19 Déterminer la vitesse v_A à laquelle l'air est injecté en supposant que le débit volumique vaut $D_V = 3,4$ m³·s⁻¹.

Q.20 En utilisant la relation de Bernoulli, montrer que la puissance fournie par le ventilateur P_{VENT} est environ égale à 1,2 kW.

II. Choix du moteur du bloc de ventilation

Pour des raisons de sécurité et de conditions de fonctionnement, on choisit d'utiliser un moteur de puissance supérieure à celle calculée précédemment : on prendra un moteur de puissance utile nominale $P_U = 1,8$ kW.

L'alimentation électrique triphasée disponible pour alimenter ce moteur est un réseau 50 Hz - 230 V / 400 V.

Un extrait de catalogue de fabricant de blocs de ventilation est donné en **annexe 5**.

Q.21 Déterminer la référence du moteur du bloc de ventilation à retenir.

Q.22 Calculer la puissance nominale P_a absorbée par le moteur.

Q.23 Calculer dans ces conditions l'intensité du courant I_d appelé au démarrage de ce moteur.

Q.24 Indiquer sur quelle grandeur électrique de l'alimentation du moteur il faut agir pour faire varier la vitesse de rotation du ventilateur.

Q.25 En considérant que la vitesse de rotation du moteur est proportionnelle à la fréquence de la tension d'alimentation, pour une vitesse nominale de 2 885 tr.min⁻¹ à 50 Hz, quelle sera la nouvelle fréquence f à appliquer pour obtenir 2 400 tr.min⁻¹ ?

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 8/18

Partie C : Analyses dosimétriques

Les différentes interventions proposées en parties A et B sont réalisées par un prestataire pendant l'arrêt de tranche.

I. Prévisionnel dosimétrique collectif initial

L'accès à la zone de travail se fait par le bâtiment des auxiliaires nucléaires puis en traversant le bâtiment réacteur au niveau de la dalle +22 m en passant à côté du couvercle de cuve du réacteur jusqu'à gravir les escaliers menant au pont polaire.

Les débits de dose varient au cours de ce trajet de la façon suivante :

- **Aux** : bâtiment des auxiliaires nucléaires
 $\dot{H} = 1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
durée : 15 min aller ou retour
- **Dalle** : passage sur dalle +22 m du bâtiment réacteur
 $\dot{H} = 30 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
durée : 5 min aller ou retour
- **Cdc** : zone de passage près du couvercle de la cuve dans le bâtiment réacteur
 $\dot{H} = 500 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
durée : 30 s aller ou retour
- **Esc** : accès au pont par les escaliers
 $\dot{H} = 30 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
durée : 5 min aller ou retour

Définition des postes de travail :

- **P₁** : poste de manutention du matériel électrique (sur dalle +22 m)
 $\dot{H} = 20 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
- **P₂** : poste de travail sur le pont
 $\dot{H} = 1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$

Description des tâches à réaliser au niveau du poste de travail P1 :

- Manutention du matériel à remplacer jusqu'à la dalle +22 m grâce au palan (20 min pour le matériel destiné à l'éclairage + 10 min pour le matériel destiné au moteur de ventilation) - 2 intervenants.
- Manutention du matériel neuf jusqu'au pont polaire grâce au palan (20 min pour le matériel destiné à l'éclairage + 10 min pour le matériel destiné au moteur de ventilation) - 2 intervenants.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 9/18

Description des tâches à réaliser au niveau du poste de travail P₂ :

- Manutention des matériels neufs ou usagés de la zone du palan du pont polaire vers le couloir

<u>Pour l'éclairage :</u>	<u>Pour le moteur de ventilation :</u>
<ul style="list-style-type: none">• consignations électriques• dépose des luminaires• dépose des câbles• tirage des câbles• pose des nouveaux luminaires• pose des télérupteurs• déconsignations• essai et mise en service	<ul style="list-style-type: none">• consignations électriques• dépose du moteur• vérification des câbles• montage du nouveau moteur• pose d'un variateur de vitesse avec câblage• déconsignations• essai et mise en service

L'entreprise en charge de ce chantier estime que 80 h de travail sont nécessaires pour réaliser les tâches demandées au poste P₂. Elle mobilise 4 personnes qui travailleront en 2 équipes de 2 intervenants chacune.

En raison des températures importantes dans le couloir, le travail à mener ne peut excéder 3 h par intervenant et par jour, réparties par fractions de 1 h 30 min par demi-journée.

Q.26 Dans ces conditions, déterminer le nombre d'allers-retours que chaque intervenant devra effectuer pour réaliser le travail demandé.

Le retour d'expérience permet de définir un coefficient d'exposition de 0,7 pour l'ensemble des tâches.

Q.27 Réaliser le prévisionnel dosimétrique collectif à partir de l'analyse de l'activité décrite ci-dessus en complétant le **document réponse DR 2 à rendre avec la copie**.

Les relations conduisant aux calculs des doses efficaces individuelles E et collectives S seront portées sur la copie.

Q.28 Analyser la dosimétrie des intervenants sachant qu'ils sont classés catégorie B.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 10/18

II. Prévisions d'un tir radiologique pour contrôle d'une soudure à proximité de la zone de manutention du matériel

Le poste de tir est à 10 m du poste **P₁**.

Il est demandé d'étudier la possibilité de réaliser ce tir radiologique en co-activité avec l'intervention prévue au poste **P₁**.

II.1 La source utilisée

Le gammagraphe utilisé contient une source d'iridium 192.

L'iridium naturel se compose d'un mélange de deux isotopes stables : $^{191}_{77}\text{Ir}$ et $^{193}_{77}\text{Ir}$, en quantités comparables.

Par activation neutronique de ce mélange isotopique stable, deux radio-isotopes sont créés : ^{192}Ir et ^{194}Ir dont les périodes radioactives sont respectivement de 73,8 jours et de 19,3 h.

Q.29 Écrire les équations de formation de ^{192}Ir et de ^{194}Ir .

Q.30 Justifier que seul l'isotope ^{192}Ir soit pris en compte lors de l'utilisation du gammagraphe.

Cette source est constituée d'une masse $m = 10,3$ mg de ^{192}Ir .

Q.31 Calculer l'activité initiale A_0 de cette source.

Q.32 Le tir a lieu 179 jours après l'élaboration de la source d'activité A_0 .

Montrer que l'activité A , le jour du tir, peut être évaluée à : $A = 650$ GBq environ.

Iridium - 192

Principales émissions								
	Gamma / X		Beta (E _{max})		Electrons		Alpha	
	E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%
E1	317	83	256	6	230	2		
E2	468	48	536	41	238	5		
E3	604	8	672	48	303	2		
% omis		92		< 1		8		

Q.33 Écrire l'équation de la désintégration de ^{192}Ir en justifiant le mode de désintégration retenu.

II.2 Impact du tir radiologique

La source du gammagraphe sera située à 10 m de la zone de travail au poste **P₁**.

Q.34 Calculer la portée maximale des β émis dans l'air ($\rho_{\text{air}} = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

Y a-t-il lieu de prendre en compte l'incidence des particules β au poste **P₁** ?

Q.35 Calculer le débit d'équivalent de dose \dot{H}_1 généré par l'ensemble des rayonnements γ à 1 m de la source en renseignant le **document réponse DR 3**.

Porter sur la copie les relations littérales permettant d'établir les calculs.

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 11/18

Q.36 En déduire le débit d'équivalent de dose \dot{H}_{10} au poste **P₁**.

On considère le cas le plus défavorable, à savoir le cas où le tir serait concomitant à la durée de l'opération de levage en **P₁** pendant les 30 min.

Q.37 Quelle hausse du débit d'équivalent de dose, exprimée en pourcentage, provoque le tir au poste **P₁** ?

Dans ces conditions, la co-activité envisagée semble-t-elle acceptable ?

Il peut être envisagé de disposer des écrans constitués de matelas de plomb d'épaisseur $x = 11,5$ mm entre les deux zones d'intervention.

Radionucléide	$X_{1/2}$		$X_{1/10}$	
	Béton	Plomb	Béton	Plomb
Cobalt 60	84	11,5	280	38
Césium 137	66	6	220	20
Iridium 192	54	3,5	180	11

Q.38 En envisageant la pose d'une seule épaisseur de matelas de plomb, montrer que le débit d'équivalent de dose dû au tir au poste **P₁** est atténué d'un facteur 9,75.

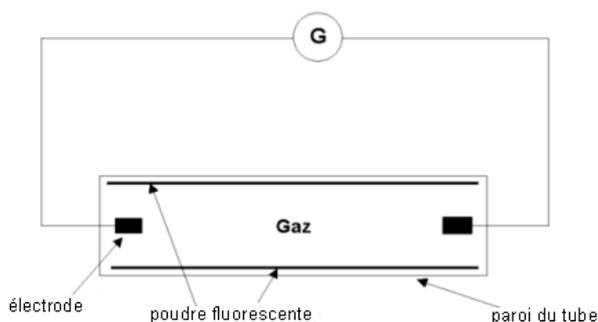
Q.39 L'objectif, lors du tir radiographique, est fixé à un accroissement maximal de 10 % du débit d'équivalent de dose initial afin de rendre négligeable son incidence dosimétrique.

Déterminer le nombre de matelas de plomb à superposer pour répondre à ce critère.

ANNEXE 1

Annexe 1a

Le tube fluorescent contient généralement de l'argon en tant que gaz d'emprisonnement et du mercure sous basse pression en tant que gaz de travail. Le fonctionnement du tube fluorescent est celui d'une lampe à décharge.



La couleur émise par le tube fluorescent dépend de la poudre appliquée sur les parois du tube. Sa constitution varie selon les fabricants. Certains tubes fluorescents d'entrée de gamme, tels que les modèles « blanc industrie », ont un revêtement qui ne donne que des composantes lumineuses rouges, vertes et bleues. Le spectre lumineux n'est rempli que par des raies relativement étroites donnant un spectre discontinu. Ces tubes fluorescents émettent une lumière blanche de mauvaise qualité. L'IRC (Indice de Rendu des Couleurs) de ces lampes est généralement compris entre 60 et 85.

D'après http://phozagora.free.fr/?page=zoom_lampeid&type=TF

Annexe 1b

Caractéristiques techniques des **tubes fluorescents** installés.

Puissance	58 W
Intensité	670 mA
Flux	4 200 lm
Teneur en mercure	2,0 mg
Culot	G13
Alimentation	Ballast ferromagnétique
Indice de rendu des couleurs (IRC)	75
Largeur	26 mm
Diamètre	26 mm
Longueur totale	1 500 mm
Teinte du verre	Opale
Température de couleur	3 000 K
Masse (kg)	0,202

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 13/18

Annexe 1c

Classes énergétiques pour les luminaires.

Classe énergétique	Rendement lumineux (en $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$)
A++	> 100
A+	> 75
A	> 50
B	20 à 50
C	16 à 20
D	13 à 16
E	11 à 13
F	9 à 11
G	< 9

ANNEXE 2

Extraits de la fiche toxicologique du mercure (document INRS)

Étiquette(s)



MERCURE

Danger

H360D - Peut nuire au fœtus
H330 - Mortel par inhalation
H372 - Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

Nota : Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.

231-106-7

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 14/18

ANNEXE 3

Les valeurs ci-dessous, extraites de la **norme EN 12464-1**, indiquent l'éclairement moyen à maintenir au niveau de quelques tâches liées à l'activité du local pour l'industrie électrique :

- fabrication de câbles et fils électriques : 300 lux ;
- bobinage grandes bobines : 300 lux ;
- bobinage bobines de moyenne taille : 500 lux ;
- bobinage petites bobines : 750 lux ;
- travail d'assemblage de grande dimension, par exemple les grands transformateurs : 300 lux ;
- travail dans les tableaux de distribution électrique, par exemple les disjoncteurs : 500 lux ;
- travail d'assemblage de petite dimension, par exemple les téléphones : 750 lux.

ANNEXE 4 : formulaire

Flux lumineux en lumen (lm) : Φ

Intensité lumineuse en candela (cd) : $I = \frac{\Phi}{4\pi}$

Au niveau de l'armoire électrique, l'éclairement en lux (lx) est donné par : $E = \frac{I}{2d^2}$

d : distance entre la source lumineuse et le poste de travail en m

I : intensité lumineuse (cd)

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 15/18

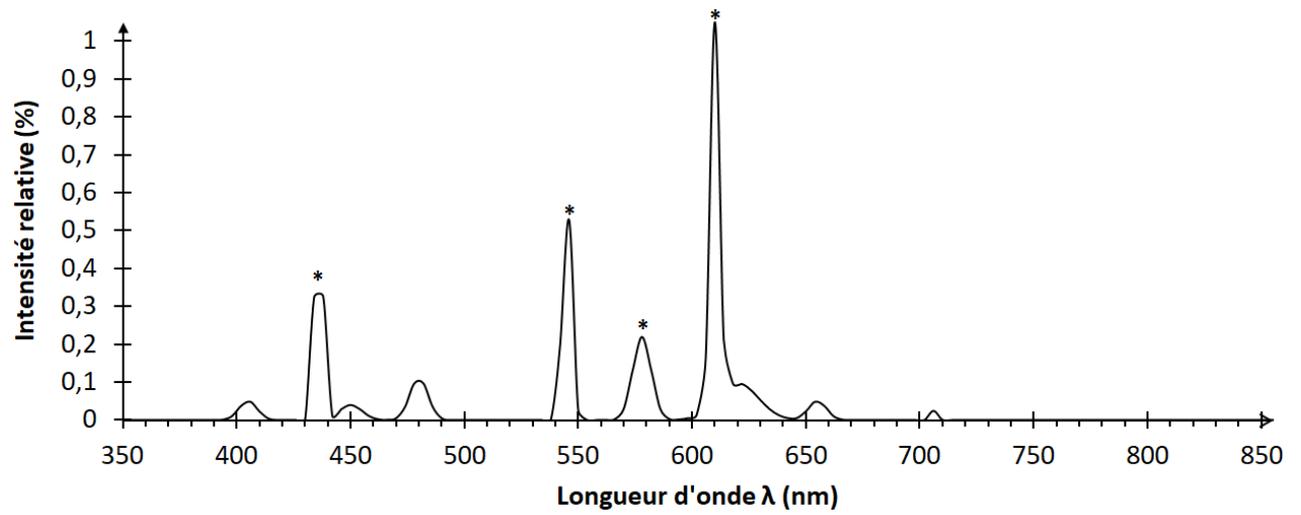
ANNEXE 5

Extraits de documentation Leroy-Somer

Type	Puissance nominale P_n kW	Moment nominal M_n N.m	Moment démarrage/ Moment nominal M_d/M_n	Moment maximum/ Moment nominal M_m/M_n	Intensité démarrage/ Intensité nominale I_d/I_n	Moment d'inertie J kg.m ²	Masse IM B3 kg	Bruit LP db(A)	400V 50Hz							
									Vitesse nominale N_n min ⁻¹	Intensité nominale I_n A	Rendement CEI 60034-2-1 2014 η			Facteur de puissance $\cos \phi$		
2 pôles																
LSES 80 L	0,75	2,5	3	3,2	6,4	0,00084	9,7	56	2850	1,6	80,60	81,50	80,00	0,85	0,78	0,66
LSES 80 L	1,1	3,7	2,5	3,1	6,65	0,00095	9,8	57	2850	2,3	80,70	82,00	81,00	0,85	0,77	0,64
LSES 90 SL	1,5	5	2,2	2,85	6,46	0,00201	14,4	63	2865	2,95	84,30	86,00	86,10	0,87	0,82	0,71
LSES 90 L	1,8	6,05	2,95	3	7,37	0,00223	14,5	63	2885	3,65	82,50	84,70	85,00	0,86	0,81	0,70
LSES 90 L	2,2	7,3	2,72	2,87	6	0,00223	15,6	64	2875	4,55	85,00	86,30	85,70	0,82	0,75	0,61
LSES 100 L	3	10	4,35	3,9	7,95	0,00297	21,3	67	2855	5,9	85,30	86,35	85,73	0,86	0,79	0,67
LSES 100 L	3,7	12,3	3	3,2	7,1	0,00364	24,6	67	2875	7,25	86,40	87,90	88,10	0,85	0,80	0,68
LSES 112 M	4	13,3	3,35	3	7,4	0,00364	24,4	66	2875	7,9	86,00	87,50	87,60	0,85	0,79	0,68
LSES 112 MG	5,5	18	2,35	3,15	7,65	0,00967	30,4	72	2920	10,5	87,70	88,40	87,70	0,86	0,81	0,70
LSES 132 S	5,5	18	2,35	3,15	7,65	0,00967	35,6	72	2920	10,5	87,70	88,46	87,70	0,86	0,81	0,70
LSES 132 SU	7,5	24,5	2,45	3,25	7,8	0,01207	42,7	71	2920	14,3	88,30	89,20	88,80	0,86	0,81	0,70
LSES 132 M	9	29,3	2,05	2,85	6,6	0,01102	55,5	67	2935	16,8	90,70	91,50	91,40	0,85	0,80	0,71
LSES 132 M	11	35,8	2,35	3,05	6,9	0,01263	55,5	71	2935	21,1	90,80	91,40	91,10	0,83	0,78	0,67
LSES 160 MP	11	35,8	2,35	3,05	6,9	0,01263	65	71	2935	21,1	90,80	91,40	91,10	0,83	0,78	0,67

(note : la notation 4/4 correspond à un fonctionnement nominal)

Document réponse DR 1 à rendre avec la copie



BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 17/18

Document réponse DR 2 à rendre avec la copie

Opération	Localisation	Nb. intervenants	Nb. trajets A-R	Durée d'un trajet A-R	Durée de l'opération	Ḣ en $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Coefficient d'exposition	E en μSv	S en $\text{H}\cdot\mu\text{Sv}$
Trajet	Aux	4		30 min			0,7		
Trajet	Dalle	4		10 min			0,7		
Trajet	Cdc	4		1 min			0,7		
Trajet	Esc	4		10 min			0,7		
Manutention début de chantier	P ₁	2			30 min		0,7		
Travail électrique	P ₂	4			20 h		0,7		
Manutention fin de chantier	P ₁	2			30 min		0,7		
Dose efficace individuelle totale E en μSv (Hypothèse : les manutentions de début et de fin de chantier sont réalisées par des intervenants différents)									
Dose efficace collective S en $\text{H}\cdot\mu\text{Sv}$									

Document réponse DR 3

	γ_1	γ_2	γ_3
E en keV			
I en %			
\dot{D}_i en $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 m			
\dot{D}_{total} en $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 m			
Ḣ en $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ à 1 m			

BTS ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE		Session 2022
U41 - Pré-étude et modélisation	CODE : 22ENE4MOD	Page 18/18